

Desain dan Simulasi Sistem Remote Control IR menggunakan Arduino untuk Pembelajaran Elektronika Interaktif di Tinkercad

Riskawati ^{1*}

¹ Universitas Negeri Makassar, Indonesia

* riskawati@unm.ac.id

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem *remote control inframerah* (IR) berbasis *Arduino* sebagai media pembelajaran elektronika yang interaktif, menggunakan platform *Tinkercad*. Sistem ini bertujuan untuk memberikan pemahaman praktis kepada siswa mengenai cara kerja sistem kontrol nirkabel, komunikasi perangkat keras, dan pemrograman dengan *Arduino*. Penggunaan *Tinkercad* sebagai alat simulasi memungkinkan siswa untuk merakit dan menguji rangkaian secara virtual, menghilangkan risiko kerusakan komponen fisik dan mempercepat proses pembelajaran. Desain sistem ini menggabungkan *Arduino Uno* sebagai *mikrokontroler*, modul *IR transmitter* dan *receiver*, serta perangkat yang dikendalikan, seperti LED atau relay. Sistem bekerja dengan menerima sinyal inframerah dari remote control yang diterjemahkan oleh *Arduino* untuk mengontrol perangkat *output*. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *Tinkercad* dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam eksperimen elektronika dasar dan memperkenalkan konsep komunikasi nirkabel serta pemrograman *mikrokontroler* secara praktis. Hasil pengujian sistem ini membuktikan keandalan dan efektivitasnya dalam pembelajaran elektronika, meskipun terdapat keterbatasan pada jangkauan sinyal IR. Temuan ini menunjukkan potensi besar penggunaan teknologi IR dan *Arduino* untuk pendidikan elektronika serta mendorong pengembangan sistem pembelajaran berbasis simulasi yang lebih interaktif dan terjangkau.

Keywords: *Arduino, Remote Control IR, Tinkercad, Pembelajaran Elektronika, Simulasi*

Pendahuluan

Desain dan simulasi sistem *remote control inframerah* (IR) berbasis *Arduino* merupakan topik yang sangat relevan dalam konteks pembelajaran elektronika interaktif, karena tidak hanya memberikan pengalaman praktis kepada siswa, tetapi juga memperkenalkan mereka pada konsep dasar pemrograman dan pengendalian perangkat keras. *Arduino* berfungsi sebagai *mikrokontroler* yang mengatur komunikasi antara *remote control* IR dan perangkat yang dikendalikan, seperti lampu atau peralatan rumah tangga lainnya (Asbendri et al., 2024). *Tinkercad* memainkan peran penting dalam pembelajaran elektronika, memungkinkan siswa merakit rangkaian secara virtual, menguji program, dan bereksperimen tanpa memerlukan komponen fisik (Hariono & Syifa, 2024). Hal ini memperkuat pemahaman siswa tentang konsep dasar elektronika dan kontrol nirkabel. *Tinkercad* sangat bermanfaat bagi pemula karena menghilangkan risiko kerusakan komponen fisik dan memungkinkan eksperimen dengan berbagai konfigurasi

rangkaian (Masnur et al., 2021). Platform ini juga mendukung pengembangan keterampilan praktis dan teoritis, memperdalam pemahaman siswa tentang interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak, serta mendorong kreativitas dalam merancang sistem elektronik yang relevan untuk otomasi rumah dan IoT. *Tinkercad* juga memfasilitasi kolaborasi antar siswa, memungkinkan mereka untuk berbagi proyek dan memperoleh umpan balik, yang meningkatkan keterlibatan serta mempercepat proses pembelajaran (Rizaldi et al., 2018). *Tinkercad* tidak hanya berfungsi sebagai alat simulasi, tetapi juga sebagai platform untuk eksplorasi, inovasi, dan pembelajaran kolaboratif dalam pendidikan elektronika modern (Win & Win, 2020).

Salah satu tantangan utama dalam pengajaran elektronika adalah kesulitan mengintegrasikan teori dengan praktik, terutama dalam memahami konsep-konsep dasar yang melibatkan pengendalian perangkat keras dan komunikasi nirkabel. Penelitian ini mengusulkan pengembangan dan simulasi sistem *remote control* IR berbasis *Arduino* di platform *Tinkercad*, yang memungkinkan siswa untuk merakit rangkaian dan memprogram sistem dalam lingkungan virtual yang mudah diakses. Penggunaan simulasi seperti *Tinkercad* terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi ajar dan mempercepat proses pembelajaran serta memberikan pengalaman praktis tanpa memerlukan komponen fisik (Akbari et al., 2015). Desain sistem kontrol IR dengan *Arduino* sebagai mikrokontroler memberikan kesempatan bagi siswa untuk mempelajari cara menghubungkan modul IR transmitter dan receiver, serta mengendalikan perangkat elektronik, seperti LED atau *relay* (Khairunsyah et al., 2021). Penelitian sebelumnya menekankan pentingnya integrasi teori dan praktik dalam desain serta pemrograman sistem elektronik, yang sangat diperlukan untuk membekali siswa dengan keterampilan yang relevan di era teknologi saat ini (Wicaksono & Handayani, 2024). *Tinkercad* menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Simulasi berbasis *Tinkercad* memberikan kesempatan bagi siswa untuk memahami desain rangkaian secara virtual, tanpa keterbatasan perangkat fisik yang mahal. Perangkat lunak simulasi seperti *Tinkercad* dapat meningkatkan keterampilan praktis siswa, memungkinkan mereka untuk merakit dan menguji rangkaian secara efektif (Costaner et al., 2022). Siswa dapat memahami cara kerja sistem kontrol nirkabel secara mendalam dan memprogram *Arduino* untuk mengendalikan perangkat menggunakan sinyal inframerah, yang memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif. Pentingnya platform simulasi dalam memperkenalkan konsep-konsep elektronika dasar serta komunikasi nirkabel, yang mendukung pemahaman siswa dalam pengendalian perangkat secara virtual.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan potensi besar sistem *remote control* IR untuk aplikasi rumah pintar dan pengendalian perangkat jarak jauh. Temuan yang mengembangkan prototipe pengendali IR untuk aplikasi rumah pintar, yang memungkinkan pengguna mengendalikan berbagai perangkat dengan satu *remote control* (Pelawi & Yulianto, 2023). Penelitian ini menunjukkan potensi perluasan sistem untuk mencakup perangkat rumah tangga lainnya, meningkatkan kenyamanan, dan memungkinkan integrasi dengan aplikasi efisiensi energi serta peningkatan keamanan rumah. Meskipun demikian, penerapan teknologi ini dalam pendidikan elektronika masih terbatas. Penggunaan *Arduino* dan simulasi *Tinkercad* untuk mengajarkan pengendalian perangkat dengan sinyal IR masih jarang dieksplorasi, meskipun platform-platform ini telah terbukti efektif dalam pengajaran elektronika dasar. Oleh karena itu, penelitian ini

bertujuan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan sistem *remote control IR* berbasis *Arduino* dalam konteks pendidikan elektronika, yang dapat memberikan pengalaman praktis dan interaktif bagi siswa. Meskipun teknologi *Wi-Fi* dalam pengendalian perangkat, menawarkan fleksibilitas dan efisiensi, biaya dan kompleksitas implementasi sistem *Wi-Fi* membuatnya kurang ideal untuk aplikasi pendidikan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi *IR* dalam konteks pendidikan elektronika menawarkan keuntungan dalam hal biaya dan kemudahan implementasi, yang menjadi fokus utama penelitian ini. Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan menyediakan solusi pembelajaran berbasis *Arduino* dan *IR* yang dapat diakses secara luas dan efisien, khususnya dalam aplikasi *Tinkercad*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mensimulasikan sistem *remote control IR* berbasis *Arduino* sebagai media pembelajaran elektronika yang interaktif di *Tinkercad*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman praktis kepada siswa tentang cara kerja sistem kontrol nirkabel, komunikasi perangkat keras, dan pemrograman menggunakan *Arduino*. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada penggunaan *Tinkercad* sebagai platform simulasi yang memungkinkan siswa untuk merakit rangkaian dan menguji program mereka secara virtual. Keunikan penelitian ini terletak pada penerapan sistem *remote control IR* berbasis *Arduino* dalam konteks pembelajaran elektronika yang interaktif, serta penggunaan *Tinkercad* sebagai alat simulasi utama. Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam mengajarkan konsep-konsep elektronika dasar yang sulit dipahami melalui teori saja, dengan memberi siswa kesempatan untuk melakukan eksperimen dan pemrograman dalam lingkungan virtual yang mudah diakses. Lingkup penelitian ini meliputi desain dan simulasi sistem *remote control IR*, pengembangan kode pemrograman untuk *Arduino*, serta pengujian sistem secara virtual di *Tinkercad*.

Metode

Desain sistem *remote control inframerah (IR)* berbasis *Arduino* dimulai dengan pemilihan komponen yang tepat, seperti *Arduino Uno* sebagai mikrokontroler utama, modul *IR transmitter* dan *receiver* untuk komunikasi inframerah, serta perangkat elektronik yang dikendalikan, seperti lampu *LED* atau *relay*. Sistem ini bekerja dengan mengirimkan dan menerima sinyal inframerah antara *remote control* dan sensor *IR*, yang kemudian diterjemahkan oleh *Arduino* untuk mengontrol perangkat yang terhubung. *Arduino Uno* dipilih karena kemudahan penggunaannya dan dukungan komunitas yang luas, sementara modul *IR* memungkinkan komunikasi nirkabel yang efisien dengan *remote control* (Win & Win, 2020). Perangkat yang dikendalikan dipilih berdasarkan aplikasi spesifik, misalnya *relay* untuk mengontrol perangkat bertegangan tinggi seperti lampu rumah.

Proses desain rangkaian dilakukan di *Tinkercad*, sebuah platform simulasi yang memungkinkan siswa untuk merakit dan menguji rangkaian secara virtual tanpa risiko kerusakan fisik pada komponen. Pengaturan pin *input/output* pada *Arduino* sangat penting dalam desain ini. Pin untuk sensor *IR* diatur sebagai input untuk menerima sinyal dari *remote control*, sementara pin untuk perangkat yang dikendalikan (seperti *LED* atau *relay*) diatur sebagai output. Pengaturan ini memastikan komunikasi yang tepat antara sensor *IR* dan *Arduino*, serta memungkinkan *Arduino* untuk mengendalikan perangkat

dengan benar. Melalui proses ini, siswa belajar mengenai dasar-dasar pengkabelan dan pengaturan pin dalam rangkaian elektronik.

Simulasi di *Tinkercad* dimulai dengan merancang rangkaian elektronik yang terdiri dari *Arduino Uno*, sensor IR, dan perangkat yang akan dikendalikan. Siswa dapat membuat rangkaian secara virtual dan mengubah komponen serta konfigurasi pin tanpa risiko kerusakan pada perangkat keras di *Tinkercad*. Hal ini memudahkan eksperimen dan pengujian berbagai pengaturan rangkaian secara cepat. Setelah rangkaian disusun, kode pemrograman ditulis menggunakan IDE *Tinkercad* dengan bahasa C++ dan pustaka *IRremote* untuk komunikasi antara *Arduino* dan sensor IR. Pustaka ini memungkinkan *Arduino* untuk membaca sinyal dari remote control dan menginterpretasikan perintah yang diterima tanpa memerlukan pemahaman mendalam tentang protokol komunikasi IR.

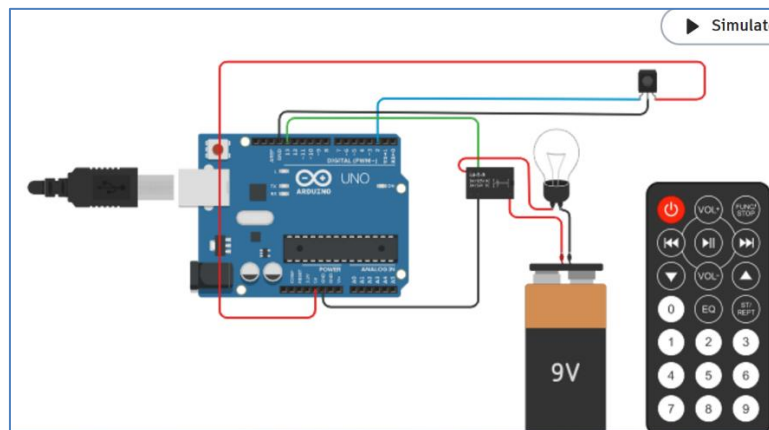
Penggunaan *Tinkercad* dapat mempermudah siswa untuk menguji system. Simulasi ini memungkinkan pengujian tanpa risiko kerusakan pada komponen fisik, sehingga memberi kesempatan kepada siswa untuk fokus pada pengembangan keterampilan desain dan pemrograman elektronik. Selain itu, *platform* ini mendukung kolaborasi tim, memungkinkan siswa berbagi desain dan mendapatkan masukan dari rekan mereka. Pemrograman sistem *remote control IR* berbasis *Arduino* dilakukan dengan bahasa C++ pada IDE *Arduino*. Kode yang ditulis berfungsi untuk mengendalikan perangkat yang terhubung setelah menerima sinyal dari *remote control*. Melalui pemrograman ini, digunakan pustaka *IRremote* yang memudahkan komunikasi antara *Arduino* dan sensor IR, memungkinkan *Arduino* untuk membaca kode yang diterima dan mengirimkan perintah sesuai dengan tombol yang ditekan pada *remote control*. Misalnya, ketika tombol tertentu ditekan, sensor IR menangkap sinyal tersebut, dan *Arduino* menginterpretasikan sinyal tersebut untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat yang terhubung, seperti LED atau *relay*.

Logika pemrograman dalam kode mencakup penggunaan struktur kontrol, seperti pernyataan kondisional (*if-else*), untuk menentukan tindakan yang tepat berdasarkan kode yang diterima dari *remote control*. Kode ini mengontrol alur perintah yang dijalankan oleh *Arduino*, yang pada gilirannya mengendalikan perangkat yang terhubung. Siswa tidak hanya belajar pemrograman dasar, tetapi juga teknik untuk menangani komunikasi data antara perangkat keras dan perangkat lunak. Setelah kode berhasil diunggah ke *Arduino*, tahap evaluasi dan pengujian sistem dimulai. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol pada *remote control* dan memverifikasi bahwa perangkat yang terhubung, seperti LED atau *relay*, merespons dengan tepat sesuai perintah. Evaluasi sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja dengan baik, termasuk sensor IR yang menerima sinyal dengan benar dan *Arduino* yang memproses sinyal tersebut. Jika terdapat masalah, *troubleshooting* dilakukan dengan memeriksa rangkaian dan kode pemrograman secara menyeluruh.

Beberapa masalah umum yang mungkin terjadi termasuk ketidakmampuan sistem dalam menerima sinyal dengan benar atau kesalahan dalam pengaturan pin input/output pada *Arduino*. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut, siswa melakukan analisis terhadap rangkaian dan kode, memeriksa koneksi fisik, dan melakukan debugging pada bagian kode yang bermasalah. Proyek ini tidak hanya mengajarkan dasar-dasar elektronika dan pemrograman, tetapi juga keterampilan *troubleshooting* yang sangat penting dalam pengembangan sistem elektronik.

Hasil dan Pembahasan

Diagram rangkaian untuk sistem kendali jarak jauh berbasis *infrared* (IR) menggunakan *Arduino Uno*. Sensor IR menerima sinyal dari *remote control IR*, yang kemudian diproses oleh *Arduino* untuk mengendalikan perangkat output, seperti LED atau *relay*. *Arduino* bertindak sebagai pusat kontrol, menginterpretasikan sinyal yang diterima dari sensor dan mengaktifkan perangkat output sesuai instruksi yang telah diprogram. Kabel-kabel penghubung menunjukkan jalur komunikasi antara sensor IR, *Arduino*, dan perangkat output. Sistem ini sederhana namun efektif, dan sering digunakan dalam eksperimen elektronika dasar untuk mengajarkan konsep komunikasi nirkabel dan pemrograman *mikrokontroler*. *Desain IR Remote di Tinkercad* disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Desain IR Remote di Tinkercad

Sistem *remote control* berbasis *infrared* (IR) yang diuji pada platform *Tinkercad* menunjukkan hasil yang memuaskan setelah perancangan rangkaian dan pemrograman selesai. Rangkaian terdiri dari *Arduino Uno* yang terhubung dengan sensor IR dan perangkat output, seperti LED atau *relay*. Ketika tombol pada *remote control* ditekan, sensor IR berhasil menerima sinyal dan *Arduino* memproses sinyal tersebut untuk mengendalikan perangkat output. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol yang berbeda pada *remote control*, yang memicu sinyal yang sesuai pada *Arduino* untuk menyalakan atau mematikan LED atau *relay* sesuai dengan instruksi yang telah diprogram (Hapsari & Widodo, 2021). Pengujian pada *Tinkercad* menunjukkan bahwa sistem bekerja secara konsisten, dengan waktu respon cepat dan akurat. Ketika sinyal diterima oleh sensor IR, *Arduino* dengan tepat menginterpretasikan sinyal tersebut dan mengaktifkan perangkat output sesuai dengan perintah yang diterima. Sebagai contoh, ketika tombol yang diprogram untuk menyalakan LED pada *remote control* ditekan, LED menyala tanpa keterlambatan yang berarti. Sistem ini menunjukkan keandalan dalam pengoperasian jarak jauh dan dapat dengan mudah dikendalikan melalui sinyal inframerah yang dipancarkan oleh *remote control* (Artono & Putra, 2019).

Hasil pengujian ini sejalan dengan temuan dalam literatur yang menunjukkan bahwa penggunaan modul IR dengan *Arduino* dapat digunakan secara efektif dalam sistem kendali jarak jauh (Amalia et al., 2020). Penelitian yang lainnya juga menunjukkan bahwa sistem IR berbasis *Arduino* dapat diterapkan dengan baik dalam aplikasi rumah pintar dengan pengendalian yang efisien dan responsive (Faroqi & Nugraha, 2016). Penggunaan modul *remote IR* untuk kontrol perangkat rumah juga berhasil meningkatkan pemahaman pengguna mengenai interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Hasil pengujian sistem ini memberikan bukti kuat bahwa implementasi desain ini dapat digunakan dalam pembelajaran elektronika, terutama untuk pengenalan konsep komunikasi nirkabel dan pemrograman *mikrokontroler*. Namun, jika dibandingkan dengan sistem kontrol jarak jauh yang lebih kompleks, seperti penggunaan modul *Wi-Fi* atau *Bluetooth*, sistem IR berbasis *Arduino* ini terbatas oleh jangkauan yang lebih pendek dan tidak memiliki fleksibilitas yang sama dengan teknologi nirkabel lainnya. Meskipun demikian, dalam konteks pembelajaran elektronika, sistem IR ini sudah cukup efektif untuk mengenalkan konsep dasar komunikasi nirkabel dan pengendalian perangkat sederhana. Teknologi IR menawarkan kelebihan dalam kemudahan penggunaan dan penerapan pada proyek-proyek dasar, meskipun pada implementasi yang lebih canggih, alternatif seperti *Wi-Fi* dan *Bluetooth* memberikan kemampuan kontrol yang lebih luas serta jangkauan yang lebih jauh (Wahyudi et al., 2022).

Penelitian ini memiliki implikasi signifikan, terutama dalam konteks pendidikan elektronika. Penggunaan *Tinkercad* sebagai *platform* simulasi menawarkan keuntungan besar dalam mengurangi biaya dan meminimalkan risiko kerusakan perangkat keras. *Tinkercad* memungkinkan siswa untuk merancang, menguji, dan memodifikasi rangkaian secara virtual tanpa memerlukan perangkat fisik, sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa simulasi berbasis perangkat lunak dapat meningkatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan memungkinkan eksperimen yang lebih bebas (Mulyo & Setyaningsih, 2024). Selain itu, *Tinkercad* juga memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran, memungkinkan siswa mengakses platform ini dari mana saja dan kapan saja, terutama dalam konteks pembelajaran jarak jauh, yang menjaga keterlibatan mereka dalam proses belajar meskipun tanpa akses ke laboratorium fisik. Keuntungan lainnya termasuk penghematan biaya yang biasanya dikeluarkan untuk membeli komponen fisik dan menciptakan lingkungan yang aman bagi siswa untuk bereksperimen tanpa risiko kerusakan pada perangkat keras. Kesempatan yang diberikan kepada siswa untuk melakukan eksperimen secara bebas, *Tinkercad* juga mendorong kreativitas dan inovasi dalam pembelajaran, serta membantu siswa lebih siap menghadapi tantangan di bidang teknologi dan rekayasa di masa depan (Widiarini et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan agar institusi pendidikan mempertimbangkan penggunaan *Tinkercad* dalam kurikulum mereka untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep elektronika dan kontrol nirkabel.

Sistem *remote control* IR berbasis *Arduino* ini juga memberikan siswa kesempatan untuk mengembangkan keterampilan pemrograman dan *troubleshooting*. Kemampuan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan dalam sistem memberikan pengalaman praktis yang sangat berharga dalam pengembangan keterampilan teknis mereka. Hal ini sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa pemrograman *mikrokontroler* seperti *Arduino* mengajarkan konsep dasar dalam elektronika serta pengendalian perangkat keras yang dapat diterapkan pada berbagai bidang teknologi lainnya (Roihan et al., 2023).

Penggunaan modul IR pada sistem ini memiliki beberapa keterbatasan. Jangkauan sinyal yang terbatas dan ketergantungan pada garis pandang langsung antara *remote control* dan sensor IR menjadi dua faktor yang mengurangi fleksibilitas sistem ini jika dibandingkan dengan teknologi yang lebih modern, seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth*. Penggantian modul IR dengan teknologi nirkabel yang lebih canggih, seperti *Wi-Fi* atau *Zigbee*, dapat meningkatkan jangkauan dan fleksibilitas sistem. Melalui proyek ini, siswa

telah memperoleh keterampilan dalam desain rangkaian elektronik serta pemrograman *mikrokontroler*. Mereka mempelajari cara menghubungkan komponen, mengatur pin *input/output* pada *Arduino*, serta menulis dan memodifikasi kode pemrograman untuk mengendalikan perangkat melalui sinyal IR. Pengalaman ini sangat penting dalam mengembangkan keterampilan teknis dasar yang diperlukan untuk memahami teknologi lebih lanjut di masa depan. Temuan ini juga sesuai dengan temuan sebelumnya yang mengungkapkan bahwa keterampilan praktis ini sangat berharga untuk pendidikan elektronika yang lebih lanjut, terutama dalam konteks pengembangan aplikasi sistem kendali nirkabel (Sansurizal et al., 2018).

Beberapa tantangan yang ditemui selama pengujian dan implementasi sistem ini berkaitan dengan pengaturan pin yang tepat dan masalah pemrograman yang dapat terjadi jika kode tidak sesuai dengan konfigurasi perangkat. Beberapa siswa mungkin mengalami kesulitan dalam memahami cara kerja sinyal IR atau dalam menulis kode yang tepat untuk mengendalikan perangkat *output*. Oleh karena itu, pengajaran yang lebih terstruktur dan bimbingan langsung selama tahap pemrograman sangat penting agar siswa dapat mengatasi tantangan ini dan memahami konsep-konsep yang lebih kompleks di balik pengendalian perangkat keras. Pengalaman belajar yang interaktif dan bimbingan langsung ini dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Pendekatan yang mendukung siswa dapat mengatasi kesulitan yang mereka hadapi dan memahami secara mendalam proses pemecahan masalah dan pengendalian perangkat keras.

Penelitian ini berkontribusi pada pengajaran elektronika dengan mengajarkan dasar-dasar sistem kontrol nirkabel melalui sistem *remote control* IR berbasis *Arduino*, yang memungkinkan siswa memahami pengendalian perangkat keras secara praktis. Untuk meningkatkan fleksibilitas dan jangkauan sistem, disarankan untuk mengintegrasikan teknologi nirkabel lain seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth*, yang dapat memperluas aplikasi ke otomasi rumah dan industri. Teknologi *Wi-Fi* memungkinkan kontrol jarak jauh melalui internet, sementara *Bluetooth* menawarkan solusi hemat energi untuk jarak dekat (Shah et al., 2019). Pengembangan ini juga membuka peluang bagi siswa untuk bereksperimen dengan perangkat keras yang lebih kompleks, seperti sensor tambahan, yang akan memperdalam pemahaman mereka tentang analisis data dan otomatisasi (Zhou et al., 2019). Penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pembelajaran elektronika dan pengembangan sistem kontrol nirkabel, mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan teknologi di masa depan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji sistem *remote control* berbasis IR menggunakan *Arduino* untuk aplikasi pembelajaran elektronika interaktif di *Tinkercad*. Sistem ini efektif dalam mengendalikan perangkat *output* seperti LED dan *relay* dengan respons cepat dan akurat saat tombol *remote control* ditekan. Penggunaan *Tinkercad* sebagai *platform* simulasi memungkinkan siswa memahami dasar-dasar desain rangkaian dan pemrograman mikrokontroler dengan biaya rendah dan tanpa risiko kerusakan perangkat keras. Sistem ini tidak hanya memberikan pengalaman praktis dalam merancang dan menguji rangkaian, tetapi juga mengenalkan siswa pada konsep komunikasi nirkabel dasar yang dapat diterapkan pada berbagai aplikasi teknologi.

Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini yakni sistem IR berbasis *Arduino* terbatas pada jangkauan sinyal yang relatif pendek dan memerlukan garis pandang langsung antara *remote control* dan penerima, yang dapat mengurangi fleksibilitas penggunaan dalam kondisi tertentu. Selain itu, sistem ini masih sederhana dan belum mencakup penerapan teknologi nirkabel yang lebih maju, seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth*, yang dapat memberikan jangkauan lebih luas dan kontrol yang lebih fleksibel. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi penerapan teknologi nirkabel lain yang lebih canggih, seperti *Wi-Fi* atau *Bluetooth*, untuk meningkatkan jangkauan dan fleksibilitas sistem kontrol. Penggunaan sensor tambahan dan penerapan sistem otomasi yang lebih kompleks juga dapat diperkenalkan untuk memperkaya aplikasi kontrol nirkabel ini. Penelitian lebih lanjut dapat memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan yang lebih mendalam dalam bidang teknologi dan rekayasa, serta mempersiapkan mereka menghadapi tantangan dalam pengembangan sistem teknologi yang lebih maju.

Acknowledgment

Daftar Pustaka

- Akbari, F., Irawan, B., & Brianorman, Y. (2015). Perancangan Aplikasi Remote Control Untuk Perangkatelektronik Menggunakan HP Berbasis Sistem Operasi Android Via Bluetooth. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 3(1). <https://doi.org/10.26418/coding.v3i1.9568>
- Amalia, D., IGAAMoka, I., Septiani, V., & Fazal, M. R. (2020). Designing of Mikrokontroler E-Learning Course: Using Arduino and TinkerCad. *Journal of Airport Engineering Technology (JAET)*, 1(1), 8-14. <https://doi.org/10.52989/jaet.v1i1.2>
- Artono, B., & Putra, R. (2019). Penerapan internet of things (IoT) untuk kontrol lampu menggunakan Arduino berbasis web. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 5(1), 9-16. <https://doi.org/10.25047/jtit.v5i1.73>
- Asbendri, B. L., Anori, S., & Dewi, I. P. (2024). Exploring the Impact of Tinkercad-Assisted Learning on Student Performance in Industrial Electronics Subject. *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning (J-HyTEL)*, 2(2), 123-136. <https://doi.org/10.58536/j-hytel.v2i2.124>
- Costaner, L., Zamsuri, A., & Putra, P. P. (2022). Implementasi Simulasi Elektronika dan Arduino Virtual dengan Circuit Tinkercad. *J-COSCIS: Journal of Computer Science Community Service*, 2(2), 109-116. <https://doi.org/10.31849/jcscis.v2i2.9139>
- Faroqi, A., WS, M. S., & Nugraha, R. (2016). Perancangan sistem kontrol otomatis lampu menggunakan metode pengenalan suara berbasis arduino. *TELKA-Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 2(2), 106-117. <https://doi.org/10.15575/telka.v2n2.106-117>
- Hapsari, D., & Widodo, T. (2021). Sistem konfigurasi otomatis pada pengendalian nirkabel dengan pendekatan context-aware pada rumah pintar. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)*, 11(2), 189. <https://doi.org/10.22146/ijeis.57051>

- Hariono, T., & Syifa, A. S. U. Q. (2024). Desain Modul Penyesuaian Arus Listrik dan Switching Berbasis Remote Control. *Joutica*, 9(2), 175-182. <https://doi.org/10.30736/informatika.v9i2.1306>
- Khairunsyah, H., Solikhun, S., Nasution, Z., Damanik, B., & Parlina, I. (2021). Prototype sistem kendali jarak jauh air conditioner berbasis Arduino dan Wi-Fi. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 1(2), 75-84. <https://doi.org/10.54082/jupin.13>
- Masnur, M., Alam, S., & Muhammad, F. N. (2021). Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sintaks Logika*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v1i1.671>
- Mulyo, A. P., & Setyaningsih, E. (2024). Desain Modul Switch Selector Untuk Penggunaan Remote Control Pada Multidisplay Digital Signage Berbasis Multiplexer. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3858>
- Pelawi, J. P. B. A. S., & Yulianto, A. (2023). Pengembangan Prototype Remote Control untuk Fault Simulator Trainer. *Telcomatics*, 8(1), 17-24. <https://doi.org/10.37253/telcomatics.v8i1.7851>
- Rizaldi, M., Susanto, E., & Halomoan, J. (2018). Rancang bangun otomatisasi rumah berbasis wireless sensor network menggunakan protokol komunikasi message queuing telemetry transport. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(2). <https://doi.org/10.17529/jre.v14i2.10507>
- Roihan, A., Jawahir, J., & Alfariji, H. (2023). Perancangan alat pendeteksi suhu tubuh dan sanitasi tangan otomatis pada SMP Negeri 1 Mekar Baru. *Journal Cerita*, 9(1), 11-22. <https://doi.org/10.33050/cerita.v9i1.2656>
- Sansurizal, S., Putera, R. P., Fikri, M., Damiri, D. J., & Purnamasari, D. (2018). Pengenalan Teknologi Pengontrol Berbasis Arduino Di Smk Negeri 6 Tangerang Selatan. *Terang*, 1(1), 31-40. <https://doi.org/10.33322/terang.v1i1.17>
- Shah, H., Abdollah, M., Kamis, Z., Aras, M., Baharon, M., & Sallehoddin, M. (2019). Develop and implementation of PC based controller for humanoid robot using digital potentiometer. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 15(1), 104-112. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v15.i1.pp104-112>
- Wahyudi, N. T. N., Endramawan, P., & Hardiyanto, D. (2022). Trainer Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Dasar Pemrograman Pendidikan Teknik Elektro Universitas PGRI Madiun. *JUPITER (JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO)*, 7(2), 26-32. <https://doi.org/10.25273/jupiter.v7i2.14030>
- Wicaksono, P., & Handayani, L. (2024). Pengembangan modul praktikum listrik dinamis arus searah berbasis tinkercad. *Unnes Physics Education Journal*, 13(1), 45-52. <https://doi.org/10.15294/upej.v13i1.8629>
- Widiarini, P., Pramadi, I. P. W. Y., & Mardana, I. B. P. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Lab Virtual Terhadap Kreativitas Mahasiswa. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(1), 212-218. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4649>

- Win, K., & Win, N. (2020). Design and construction of infrared remote controller for multiple home appliances. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 06(05), 82-87. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2020.33807>
- Zhou, Z., Zhang, W., Li, S., & Yu, N. (2019). Potential risk of IoT device supporting IR remote control. *Computer Networks*, 148, 307-317. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.11.014>